



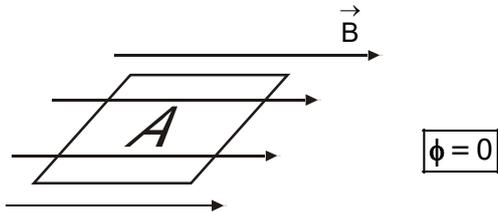
INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA – FÍSICA MODERNA – SOLUCIONARIO

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

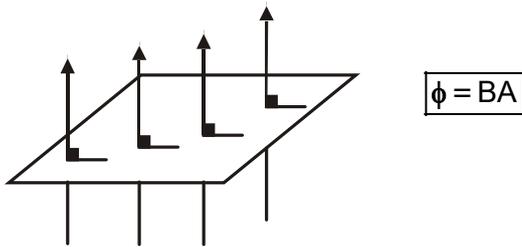
FLUJO MAGNÉTICO (ϕ)

Si a través de una superficie existen líneas de inducción que la atraviesan, se dice a través de dicha superficie existe un flujo magnético.

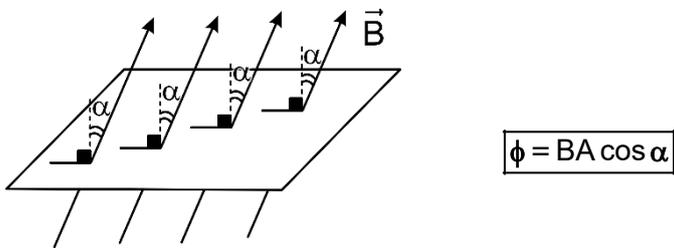
El flujo magnético se mide en WEBER



$$\phi = 0$$



$$\phi = BA$$



$$\phi = BA \cos \alpha$$

LEY DE FARADAY

Cada vez que en un circuito cerrado se produce una variación de flujo, aparecerá en el una corriente denominada corriente inducida, donde la rapidez con que se varía el flujo nos da la fuerza electromotriz inducida.

Donde:

ϵ : Fuerza electromotriz (voltaje)

$\Delta\phi$: Variación de flujo

N: # de vueltas

Δt : Variación de tiempo

$$\epsilon = \frac{|\Delta\phi| N}{\Delta t}$$

COMPORTAMIENTO DE UNA BARRA CONDUCTORA EN EL INTERIOR DE UN CAMPO MAGNÉTICO

Cuando una barra conductora se mueve en el interior de un campo, en los extremos de la barra se manifiesta una diferencia de potencial, es decir que la barra tiene un comportamiento de la varilla conductora es:

Donde:

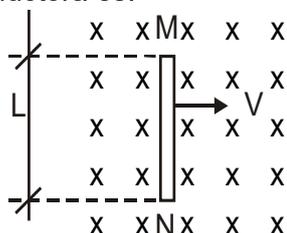
ϵ : Fuerza electromotriz (F.E.M)

B: Campo magnético

L: Longitud

v: velocidad

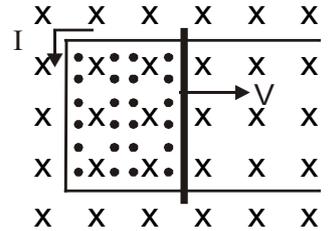
$$\epsilon = BLv$$



NOTA: "M" tiene mayor potencial que "N" (por la regla de la palma derecha)

LEY DE LENZ

El sentido de la corriente inducida que aparece en un circuito es tal que el campo magnético que origina se opone a la variación de flujo.

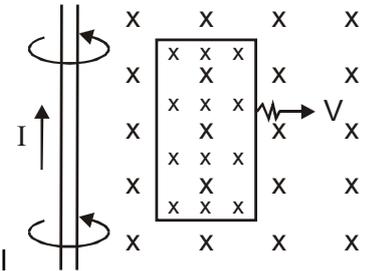


- 1) El área aumenta \Rightarrow (ϕ aumenta)
- 2) Aparece C.I. (Corriente Inducida)
- 3) El campo de la C.I. ES CONTRARIO al campo externo
- 4) Por la regla de la mano derecha: I es ANTIHORARIO

Veamos el siguiente caso:

Se observa que:

- 1) El campo disminuye \Rightarrow (ϕ aumenta)
- 2) aparece C.I.
- 3) El campo de la C.I. es del MISMO SENTIDO

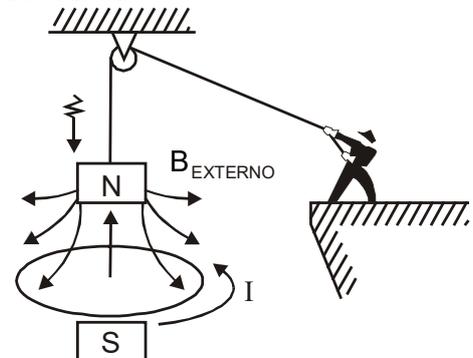


Por la regla de la mano derecha: I es HORARIO

OJO:

- * Cuando ϕ aumenta \Rightarrow Campo de C.I. es CONTRARIO
- * Cuando ϕ disminuye \Rightarrow Campo de C.I. es del MISMO SENTIDO

Veamos otro caso:



- 1) Campo aumenta (ϕ aumenta)
- 2) Aparece C.I.
- 3) El campo de C.I. es CONTRARIO al campo externo

Por la regla de la Mano Derecha: I es ANTIHORARIO

FÍSICA MODERNA

1. ÓPTICA

La óptica es la parte de la física que estudia todas las radiaciones emitidas por fuentes luminosas que impresionan o no a la retina. No se puede separar el estudio de las radiaciones visibles de las radiaciones

1.1. TEORÍAS SOBRE LA LUZ

Afines del siglo XVII se plantearon dos teorías para explicar la naturaleza de la luz, la teoría corpuscular y la teoría ondulatoria. Quien apoyaba firmemente la teoría corpuscular era Sir Isaac Newton. La teoría ondulatoria fue desarrollada por Christian Huygens (1629 – 1695), matemático y científico holandés. Cada teoría trataba de explicar las características de la luz observadas entonces. Las tres principales características de la luz son:

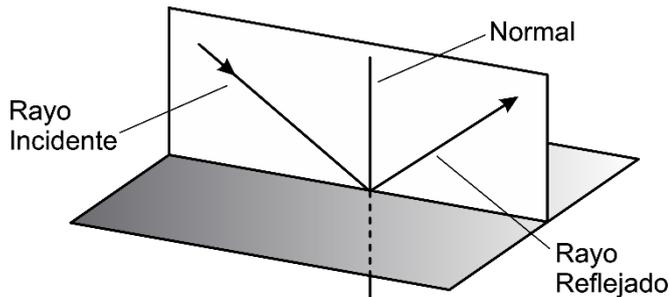
Propagación rectilínea: La luz viaja en línea recta.

REFLEXIÓN DE LA LUZ

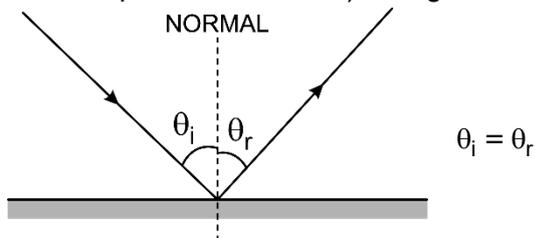
Es el fenómeno luminoso que ocurre cuando un haz de luz que incide sobre una superficie material retorna al medio donde estaba propagándose.

Leyes de la reflexión

- Los rayos incidentes, reflejados y la normal a la superficie en el punto de incidencia, están en un mismo plano.



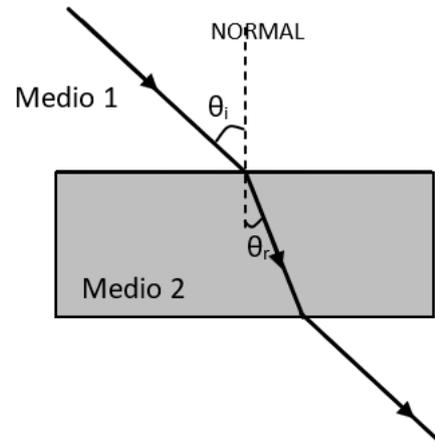
- El ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión (medidos con respecto a la normal) son iguales.



REFRACCIÓN DE LA LUZ

Es el fenómeno luminoso que ocurre cuando un haz de luz ingresa de un medio transparente a otro, por ejemplo, del aire al agua.

Cuando la luz atraviesa de un medio a otro experimenta un cambio en el valor de su velocidad y el rayo luminoso se desvía. Si la luz proviene del aire e ingresa a otro medio su velocidad disminuye y el rayo de luz se desvía acercándose a la normal.



EL ÍNDICE DE REFRACCIÓN (n)

El índice de refracción de un medio es la razón entre la velocidad de la luz en el vacío con respecto a la velocidad de la luz en el medio.

$$n = \frac{c}{v}$$

Ley de Snell. Una forma de expresar la ley de Snell en términos del índice de refracción de cada medio es:

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$$

1.1.1. TEORÍA CORPUSCULAR:

“Todas las fuentes luminosas emiten pequeñas partículas materiales en línea recta con gran velocidad”

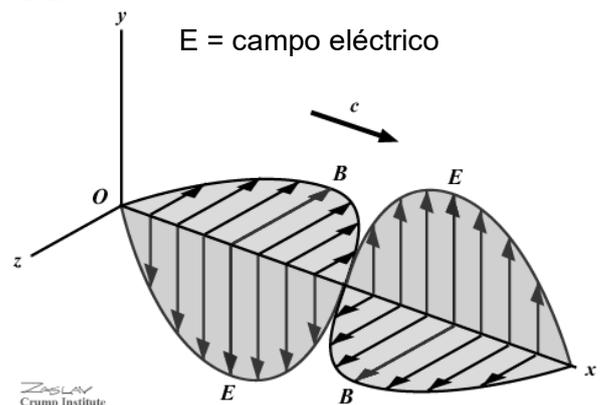
1.1.2. TEORÍA ONDULATORIA:

La luz es una radiación que se debe a *vibraciones periódicas*.

En el vacío, todas las radiaciones se propagan a velocidad constante, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, de modo que se puede caracterizar una radiación por su longitud de onda

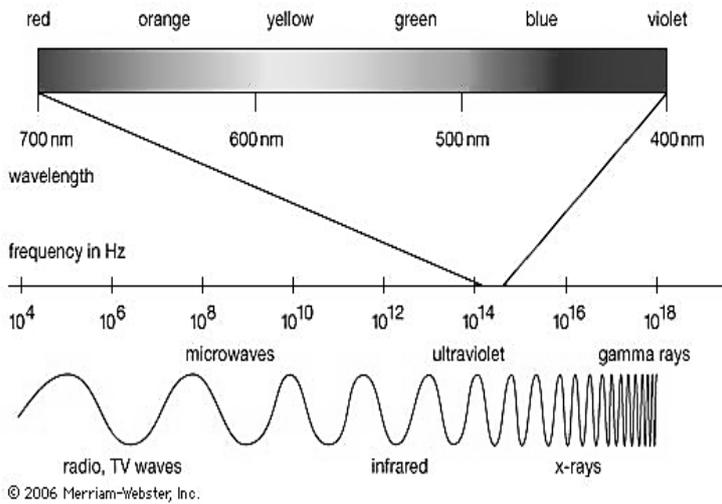
en el vacío como: $\lambda = \frac{c}{f}$

Hertz demostró que las ondas electromagnéticas podían reflejarse, refractarse, enfocarse, polarizarse y hacer que interfirieran.



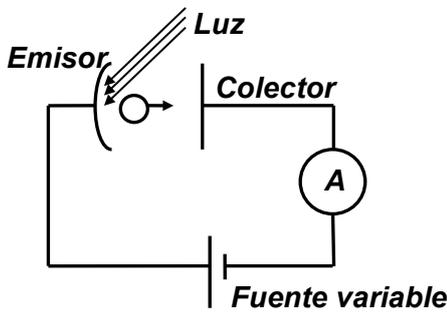
La figura muestra una onda electromagnética producida por la aceleración de electrones.

La luz es sólo una pequeña parte de un espectro de ondas electromagnéticas, que en general nuestra vista no es sensible.



1.2. EFECTO FOTOELÉCTRICO

En 1905 el físico Einstein planteó la teoría de los cuantos de luz y explicó el efecto fotoeléctrico.

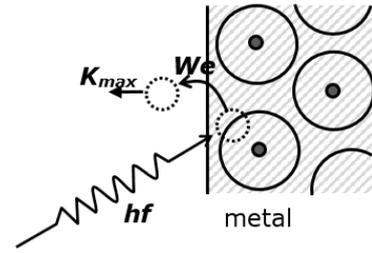
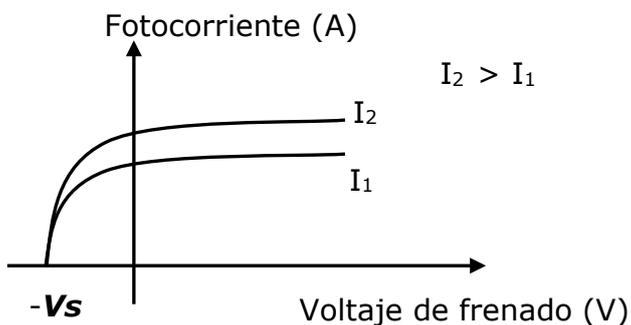


La energía cinética máxima, K_{max} , se mide aplicando un voltaje de retardo y aumentando gradualmente hasta que los electrones se detienen y la fotocorriente se anula. En este punto,

$$K_{max} = eV_s$$

Aquí $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ y V_s es el voltaje de frenado.

En la siguiente figura se muestra una gráfica como la que encontró Lenard, en ella se ilustra que el voltaje de frenado V_s .



En consecuencia:

$$hf = W_e + K_{max}$$

El trabajo de extracción W_e está relacionado con la frecuencia umbral f_0 mediante:

$$W_e = hf_0$$

$$K_{max} = hf - hf_0$$

En 1923, Arthur Compton observó que los fotones de los rayos X eran dispersados por electrones libres, en la figura se muestra una ilustración de esta interacción, tal fenómeno es conocido como efecto Compton.

Rayos X

Los rayos X son un tipo de rayo que se encuentra con tres tipos de ondas electromagnéticas radiactivas de tipo alfa, beta y gamma, esta estimulación de haz de luz sirve en muchas áreas de la ingeniería, de las ciencias astronómicas y de las ciencias médicas, y de la industria, entre otras aplicaciones.

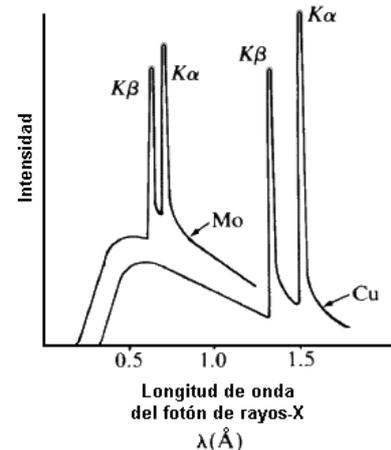
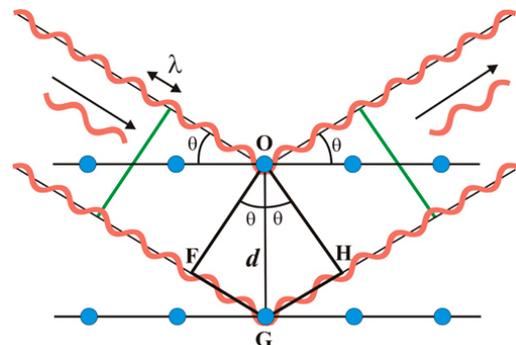
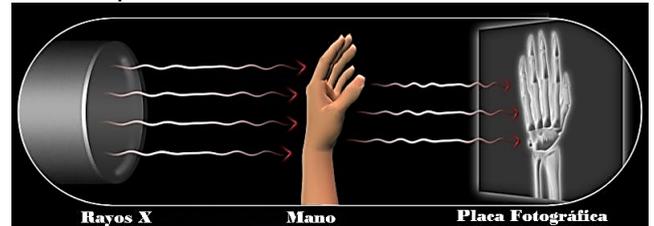
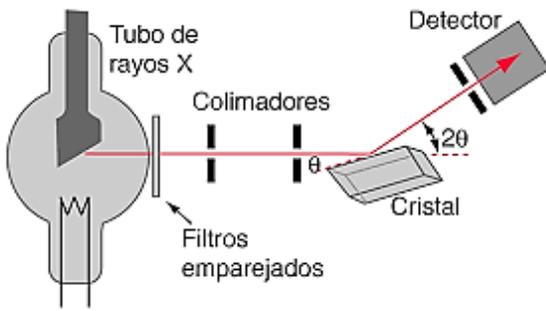


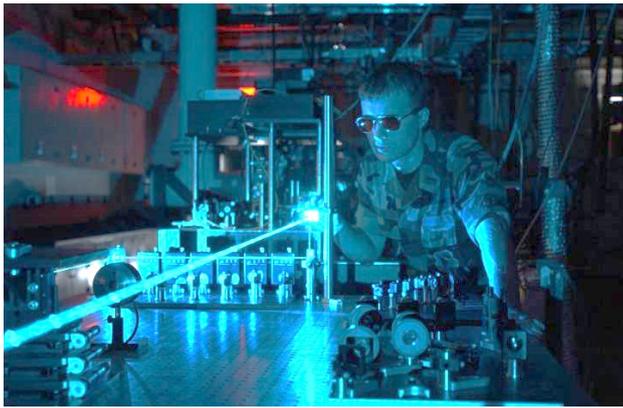
Figura 2: Espectro de rayos X

Producción de rayos X



Rayos laser

El laser es una emisión de luz estimulada y que se encuentra en el orden de la mecánica cuántica, es un haz de luz muy potente que tiene múltiples aplicaciones y se transmite en el vacío teniendo su rango espectral muy estrecho.



EJERCICIOS DE CLASE

Considere los datos para los problemas:
 $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$; $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$
 Constante de Planck: $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$,
 $h = 4,13 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$
 $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
 Carga del electrón: $q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
 Masa del electrón: $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 Rapidez de luz en el vacío: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
 Índice de refracción del aire: $n_{\text{aire}} = 1$

1. En la figura mostrada, se tiene un campo magnético uniforme B de magnitud $0,5 \text{ T}$. Halle el flujo magnético (en Wb) que atraviesa la espira de 7 cm de radio.
 Considere $\pi = 22/7$.

A) 0,0077 x x x ⊗ $B = 0,5 \text{ T}$
 B) 0,077 x x x x
 C) 0,77 x x x x
 D) 77 x x x x
 E) 7,7 x x x x

2. En una región del espacio donde existe un campo magnético $\vec{B} = (6\hat{i} + 10\hat{j} + 4\hat{k}) \text{ T}$, se encuentra inmersa una superficie cuyo vector área es $\vec{A} = (4\hat{i} + 2\hat{j} - 8\hat{k}) \text{ m}^2$. Hallar el flujo magnético (en Wb) a través de la superficie.

- A) 2 B) 8 C) 12 D) 8 E) 10

3. Se construye una bobina circular de $0,01 \text{ m}^2$ de área con 500 espiras, se coloca en el interior de un campo magnético variable perpendicular a la bobina $\Delta B = -0,04 \text{ T}$, la fuerza electromotriz inducida en la bobina es $\varepsilon = +0,4 \text{ V}$. Determinar el tiempo transcurrido para la inducción de Faraday.

- A) 0,5 s B) 0,4 s C) 0,3 s D) 0,8 s E) 1,0 s

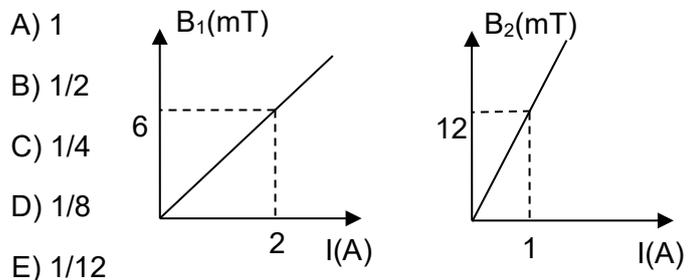
4. Un campo magnético variable disminuye a una velocidad de $0,02 \text{ T/s}$ el cual atraviesa a una bobina circular de 8 cm de radio que tiene 1000 espiras, la fem producida es $0,064\pi \text{ V}$. Calcular la dirección del campo magnético respecto al plano de la bobina.

- A) 60° B) 30° C) 37° D) 45° E) 74°

5. Un transformador elevador tiene 50 espiras en el primario y 300 en el secundario. Si en el primario la f.e.m. es 200 V y la corriente 120 A , calcule la f.e.m. y la intensidad de corriente en el secundario.

- A) 1000 V ; 15 A B) 1200 V ; 40 A
 C) 1200 V ; 20 A D) 600 V ; 30 A
 E) 800 V ; 24 A

6. La figura muestra la variación del campo magnético en (mT) con respecto a la corriente en (A), si n representa el número de vueltas por unidad de longitud, determine la relación n_1/n_2 .

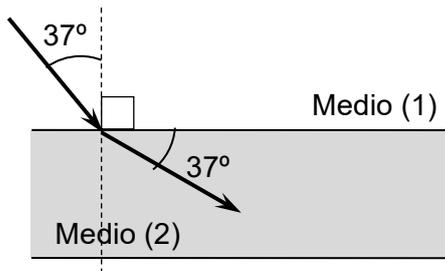


7. El índice de refracción de un cristal de disulfuro de carbono es $1,63$, la rapidez de una onda electromagnética en el vacío $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, calcular la rapidez de la onda en el cristal.

- A) $1,84 \times 10^8 \text{ m/s}$ B) $0,92 \times 10^8 \text{ m/s}$
 C) $0,68 \times 10^8 \text{ m/s}$ D) $0,46 \times 10^8 \text{ m/s}$
 E) $1,84 \times 10^8 \text{ m/s}$

8. El rayo de luz en el medio (1) se propaga con una rapidez de $c/3$. Halle con que rapidez se propaga el rayo refractado.

- A) $4c/7$
 B) $1c/2$
 C) $5c/7$
 D) $4c/9$
 E) $4c/5$



9. Calcular la función trabajo de la superficie metálica, si la radiación incidente aplicada durante el experimento de efecto fotoeléctrico tiene una energía de 1,4 eV, el voltaje necesario para frenar los electrones emitidos en un fototubo debido al metal empleado es $\Delta V = 0,2$ V.

Datos: $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$; $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,
 $h = 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$.

- A) 1,2 eV B) 1,6 eV C) 0,7 eV
 D) 0,28 eV E) 2,4 eV

10. Los rayos X corresponden a la radiación electromagnética con longitudes de onda de 1 nm a 100 nm, cuya energía de sus fotones es muy superior al espectro de luz visible que oscila entre las longitudes de onda de 380 nm y 750 nm. ¿Cuál es la menor longitud de onda producida por un aparato de rayos X de 10000 V?

Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, rapidez de la luz en el vacío $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, carga eléctrica del electrón $q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

- A) 1,24 Å B) 2,48 Å C) 5,96 Å
 D) 0,62 Å E) 7,44 Å

11. Los rayos gamma producidos en una explosión nuclear fueron de una frecuencia de $2 \times 10^{22} \text{ Hz}$, la energía liberada aproximadamente fue de $66,3 \times 10^{12} \text{ Julios}$. Calcular la cantidad de fotones emitidos.

Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, rapidez de la luz en el vacío $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

- A) 5×10^4 B) 6×10^4 C) 8×10^4
 D) 4×10^4 E) 2×10^4

EJERCICIOS DE EVALUACIÓN

1. Sobre una superficie caracterizada por el área $\vec{A} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \text{ m}^2$ le atraviesa un campo magnético uniforme igual a $\vec{B} = (-1\hat{i} + 2\hat{j}) \text{ T}$. Determine el flujo magnético (en Wb) sobre dicha superficie.

- A) 2 B) 8 C) 10 D) 6 E) 4

2. Una espira rectangular de 12 cm^2 (200 espiras) se coloca dentro de un campo magnético perpendicular a la espira de 0,02 T el cual se reduce a 0 T en un tiempo de 0,8 s. Calcular la fuerza electromotriz inducida en la espira rectangular.

- A) 6 mV B) 5 mV C) 4 mV
 D) 2 mV E) 8 mV

3. Se coloca una bobina circular de alambre de cobre que tiene 500 espiras con radio 4 cm entre los polos de un electroimán grande, donde el campo magnético es uniforme y forma un ángulo de 30° con el plano de la bobina; el campo disminuye a una tasa de 0,2 T/s. Calcular la fuerza electromotriz inducida.

- A) 0,025 V B) 0,050 V C) 0,075 V
 D) 0,150 V E) 0,125 V

4. En el experimento del efecto fotoeléctrico la función trabajo del oro es $\phi_{\text{Au}} = 5,1 \text{ eV}$, calcular aproximadamente la longitud de onda umbral para el oro.

Constante de Planck $h = 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$, rapidez de la luz en el vacío $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, carga eléctrica del electrón $q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

- A) 243,3 nm B) 12,4 nm C) 4,1 nm
 D) 48,6 nm E) 729,9 nm

5. La gama de colores violeta-verde del espectro electromagnético de la luz visible, se encuentra en el rango de longitudes de onda 380 nm – 540 nm aproximadamente. Determinar un valor de la frecuencia de la luz en el rango establecido.

Constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, rapidez de la luz en el vacío $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

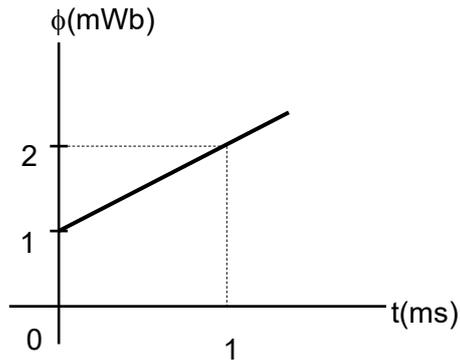
- A) $750 \times 10^{12} \text{ Hz}$ B) $75 \times 10^{16} \text{ Hz}$
 C) $6,5 \times 10^{18} \text{ Hz}$ D) $5,0 \times 10^6 \text{ Hz}$
 E) $9 \times 10^{12} \text{ Hz}$

6. Una radio funciona normalmente con 6 pilas de 1,5 voltios cada una. Si con un transformador ideal queremos reducir los 220 V de la red para hacer funcionar la radio; determine el número de vueltas que debe de tener la bobina secundaria, si la bobina primaria tiene 6 600 vueltas.

- A) 270 B) 360 C) 100
 D) 150 E) 300

7. La figura muestra la variación del flujo magnético a través de una espira cuadrada de 1 cm de lado y de 1Ω de resistencia. La corriente inducida (en A) es de:

- A) 0,25
B) 0,50
C) 0,75
D) 1,00
E) 1,25



8. Sobre una superficie de aluminio incide una luz monocromática cuya longitud de onda es 2000 Å. Para el aluminio se requieren 4,2 eV para extraer electrones. ¿Cuál es la energía cinética (en eV) del electrón más rápido emitido?

$$1\text{Å} = 10^{-10} \text{ m}; c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}; h = 4,13 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}.$$

- A) 0,995 B) 1,995 C) 2,995
D) 3,995 E) 4,995

9. En un experimento de efecto fotoeléctrico se hace incidir luz de longitud de onda 300 nm sobre una placa de Cesio. Calcule el potencial de frenado en voltios, si la función trabajo del Cesio $\phi_{\text{Cs}} = 1,9 \text{ eV}$.

$$\text{Datos: } 1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}; c = 3 \times 10^8 \text{ m/s};$$

$$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}; 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

- A) 1,23 B) 2,23 C) 3,23
D) 4,23 E) 5,23

10. En un experimento de refracción de la luz un rayo de luz incide desde el aire con un ángulo de incidencia de 60° sobre la superficie de un cristal, la rapidez de la luz en el aire es $3 \times 10^8 \text{ m/s}$, determinar la rapidez de propagación de la luz en el cristal, si el ángulo de refracción es 30° . Índice de refracción de la luz en el aire $n_{\text{aire}} = 1$.

- A) $\sqrt{3} \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ B) $3\sqrt{3} \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
C) $2\sqrt{3} \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ D) $\frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E) $\sqrt{2} \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$